



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 40 23 390 A 1**

⑤1 Int. Cl. 5:
B 41 J 2/04

②1 Aktenzeichen: P 40 23 390.1
②2 Anmeldetag: 23. 7. 90
④3 Offenlegungstag: 30. 1. 92

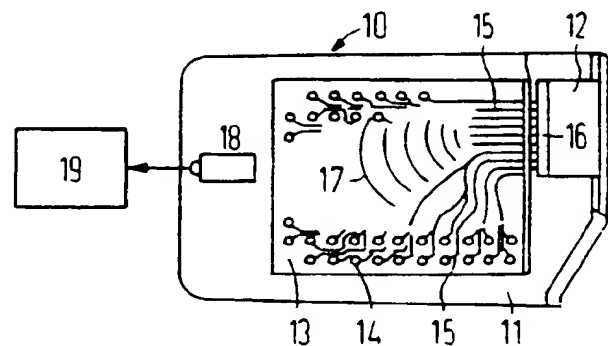
DE 40 23 390 A 1

⑦1 Anmelder:
Siemens AG, 8000 München, DE

⑦2 Erfinder:
Hamann, Christoph, Dipl.-Ing., 8012 Riemerling, DE;
Rosen, Hans-Georg, 8021 Hohenschäftlarn, DE;
Raldik, Wolfgang, Dr.rer.nat., 8000 München, DE

⑤4 **Vorrichtung zur Überwachung von Tintendruckköpfen**

⑤7 Zur direkten Überwachung von Tintendruckköpfen (12), die einen Tintenkanal oder eine Reihe von Tintenkanälen mit darin angeordneten ansteuerbaren Elementen aufweisen, ist ein Ultraschallsensor (18) vorgesehen, der die beim Druckvorgang emittierten Schallwellen (17) empfängt. Mit ihm gekoppelt ist eine Auswerteeinheit zur Analyse des aufgenommenen Signals.



DE 40 23 390 A 1

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Überwachung von Tintendruckköpfen, die jeweils für jeden ihrer Tintenkanäle ein ansteuerbares Element aufweisen, das bei einem Druckvorgang den Ausstoß eines Tintentropfens bewirkt.

Tintendruckeinrichtungen werden wegen ihrer hohen Leistung bezüglich Druckgeschwindigkeit und -auflösung, ihres geringen Geräuschpegels, der Möglichkeit der Farbausgabe usw. in zunehmendem Maße eingesetzt. Die zugehörigen Tintendruckköpfe arbeiten dabei nach einem piezoelektrischen oder thermoelektrischen (Bubble-Jet) Prinzip, bei dem jeweils der Druckvorgang, insbesondere der Tintenausstoß, in einfacher Weise erzeugt wird.

Bei der Piezo-Planar-Technik werden die einzelnen Tintenkanäle des Druckkopfes von Piezoröhrchen bzw. -scheibchen umschlossen. Durch einen an das Piezoelement angelegten elektrischen Impuls zieht sich das Röhrchen zusammen und erzeugt eine Stoßwelle im Kanal, sodaß anschließend ein Tintentropfen ausgestoßen wird. Im Gegensatz zu dieser Technik ist beim Bubble-Jet-Verfahren ein Heizelement in einem bestimmten Abstand zur Austrittsöffnung des Tintenkanals angeordnet. Ausgelöst durch einen elektrischen Impuls am Heizelement erhöht sich dessen Temperatur und ebenso die Temperatur der Tinte, die in Kontakt mit dem Heizelement steht. Die Tinte beginnt zu kochen und formt eine Blase (Bubble), durch deren Anwachsen der Druck im Kanal steigt und Tinte in Form eines Tropfens aus der Austrittsöffnung nach außen geschleudert wird.

Vor Inbetriebnahme und während des Betriebs einer derartigen Tintendruckeinrichtung ist der zugehörige Druckkopf auf Funktionsfähigkeit zu überwachen. So werden bei der Endkontrolle alle Kanäle geprüft und die Betriebsspannung für den Druckkopf abgeglichen. Zu diesem Zweck werden die ausgestoßenen Tintentropfen beispielsweise anhand einer stroposkopischen Meßvorrichtung optisch beobachtet und ihre Fluggeschwindigkeit bestimmt, um die für den Abgleich geeigneten elektrischen Ansteuerimpulse festzulegen.

Dies erfordert den Einbau des Druckkopfes in die Meßvorrichtung und erlaubt eine automatisierte Funktionsprüfung für die Fertigung hoher Stückzahlen nur unter beträchtlichem Aufwand. Darüberhinaus kann die Ursache für fehlerhaft arbeitende Tintenkanäle, beispielsweise defektes Heizelement oder unterbrochene Tintenzufuhr, ohne Öffnung des Druckkopfes und damit ohne dessen Zerstörung nicht festgestellt werden.

Beim Betrieb der Tintendruckeinrichtung ist es auch notwendig, Maßnahmen zur Wartung des Druckkopfes zu ergreifen. So wird z. B. die Reinigung der Tintenkanäle in einer Service-Station vorgenommen, deren Ansteuerung teils automatisch, teils durch den Benutzer ausgelöst wird. Der zuletzt genannte Fall tritt dann ein, wenn sich die Qualität des Druckbildes erheblich verschlechtert. Dies hat zur Folge, daß ein Einsatz einer derartigen Tintendruckeinrichtung bei unbeaufsichtigtem Druckbetrieb, z. B. in Rechnernetzen, ungeeignet ist.

Treten Störungen während des Druckbetriebs auf, z. B. hervorgerufen durch Austrocknen einzelner Tintenkanäle, kann es bei den nach dem Bubble-Jet-Prinzip arbeitenden Druckköpfen zu einer Überhitzung der Heizelemente kommen, da die Wärmeableitung in den mit Luft gefüllten Kanälen gegenüber der bei Tintenfüllung wesentlich schlechter ist. Daher wird der Tinten-

vorrat indirekt über eine Messung des Verbrauchs durch Zählung der Ansteuerimpulse für die Heizelemente und Vergleich mit der theoretisch vorhandenen Vorratsmenge überwacht. Diese Art der Kontrolle bietet jedoch keinen Schutz gegen das Austrocknen der Tintenkanäle, wenn die Tintenzufuhr zum Druckkopf gestört ist, oder der Vorratsbehälter durch Auslaufen weniger Tinte enthält als für den Vergleich mit dem Verbrauch angenommen wird.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art derart auszugestalten, daß eine automatische und direkte Überwachung der Tintendruckköpfe in einer Tintendruckeinrichtung mit einfachen Mitteln gewährleistet ist.

Diese wird bei einer Vorrichtung der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß ein Ultraschallsensor vorgesehen ist, der die bei einem Druckvorgang entstehenden Schallwellen aufnimmt und zur Auswertung das aufgenommene Ultraschallsignal an eine mit ihm gekoppelte Einheit überträgt.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung für nach dem thermoelektrischen Prinzip arbeitende Tintendruckköpfe liefern die Schallwellen, die bei der Blasenbildung durch das Verdampfen der Tinte im Kanal sowie beim Tropfenausstoß entstehen, ein charakteristisches Ultraschallsignal, das vom Sensor gemessen und anschließend ausgewertet werden kann. Ebenso lassen sich die Schallwellen bei Tintendruckköpfen messen, bei denen eine Druckwelle durch Anwendung des piezoelektrischen Prinzips erzeugt, und die Tinte dann tropfenweise ausgestoßen wird. Insbesondere die Messung des Energieinhalts des Ultraschallsignals ermöglicht Rückschlüsse auf die Stabilität des Druckvorgangs, beispielsweise anhand der Blasengröße und der Gleichmäßigkeit der Tropfenfluggeschwindigkeit.

Andere Weiterbildungen der Erfindung beziehen sich auf die Anordnung des Ultraschallsensors in der Tintendruckeinrichtung, beispielsweise als diskretes Bauelement auf einem für die Aufnahme des Tintendruckkopfes vorgesehenen Druckmodul, sowie auf die Integration eines in Dünnschichttechnik ausgeführten Ultraschallsensors in einen schichtenweisen Aufbau des Druckkopfes.

Durch Verwendung eines in den Druckmodul oder den Druckkopf für die Tintendruckeinrichtung integrierten Ultraschallsensors vereinfacht sich die Funktionsprüfung wesentlich. So wird das Ausbleiben der Emission eines Tintentropfens aus dem Kanal dadurch direkt an der Quelle möglicher Störungsfälle detektiert, daß vom Ultraschallsensor kein Signal empfangen wird.

Bei der Funktionsprüfung im Wege der Endkontrolle fallen keine Justiermaßnahmen für den Einbau des Druckkopfes in eine dafür vorgesehene Meßvorrichtung mehr an, so daß eine Automatisierung für die Produktion hoher Stückzahlen einfacher zu realisieren ist. Sobald die Schallwellen einzelner Kanäle ausbleiben, wird der Druckkopf zu Reinigungszwecken automatisch in die Service-Station gefahren. Dadurch vermeidet der Einsatz des Ultraschallsensors die Überwachung durch einen Benutzer und gewährleistet somit den unbeaufsichtigten Betrieb der Tintendruckeinrichtung.

Während des Betriebs einer derartigen Tintendruckeinrichtung kann jede Störung der Tintenzufuhr unabhängig von ihrer Ursache erfaßt werden, da bei fehlender Tinte kein Ultraschallsignal vom Sensor aufgenommen wird.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird nun näher beschrieben.

Im einzelnen zeigen

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Druckmoduls in Seitenansicht mit darauf angeordnetem Tintendruckkopf, und

Fig. 2 eine schematische Darstellung des Tintendruckkopfes teilweise in Schnittdarstellung.

Fig. 1 zeigt einen Druckmodul 10, der für einen Einbau in eine Tintendruckeinrichtung vorgesehen ist. Der Druckmodul 10 besteht dabei aus einem Gehäuse mit einer Montagefläche 11, die als Trägerelement für einen Tintendruckkopf 12 sowie für eine Kontaktplatte 13 dient. Die Kontaktplatte 13 ist als gedruckte Leiterplatte ausgebildet und z. B. durch Kleben auf der Montagefläche 11 befestigt. Der Tintendruckkopf 12 arbeitet nach dem sogenannten Bubble-Jet-Verfahren, bei dem ein Heizelement je Tintenkanal vorgesehen und durch einen elektrischen Impuls ansteuerbar ist. Es ist jedoch auch möglich, andere Arten von Tintendruckköpfen zu verwenden, beispielsweise Tintendruckköpfe mit piezoelektrischen Steuerelementen.

Durch die Kontaktplatte 13 kann der Tintendruckkopf 12 an einen der Tintendruckeinrichtung zugeordneten Zeichengenerator angeschlossen werden. Zu diesem Zweck weist die Kontaktplatte 13 eine der Anzahl der anzusteuern den Steuerelemente entsprechende Anzahl von Kontaktnippeln 14 auf, die über Leitungen 15 mit einem Koppellement 16 des Tintendruckkopfes 12 verbunden sind. Das Koppellement 16 kann beispielsweise aus einem Steckkontakt bestehen.

Der beim Ausführungsbeispiel verwendete, nach dem thermoelektrischen Prinzip (Bubble-Jet) arbeitende Tintendruckkopf 12 weist eine Reihe von Tintenkanälen mit darin angeordneten Heizelementen auf. Bei Erregung der Heizelemente durch einen elektrischen Impuls entsteht in bekannter Weise durch Erwärmen der Tinte über den Heizelementen eine Dampfblase, die zur Erhöhung des Druckes im Tintenkanal und schließlich zum tropfenweisen Ausstoß der Tinte über Austrittsöffnungen führt. Dabei treten Schallwellen 17 auf, die von einem auf der Montagefläche 11 angeordneten Ultraschallsensor 18 gemessen werden können.

In einer mit dem Ultraschallsensor gekoppelten Einheit 19 findet dann die Auswertung des empfangenen Ultraschallsignals nach Amplitude, Frequenz, zeitlichem Verlauf und Energieinhalt mit standardisierten Schallanalyseverfahren statt. Damit erfolgt eine Überwachung, ob und wann nach Beginn des Heizimpulses die Tinte aus dem Tintenkanal ausgespritzt wird. Aus dem empfangenen Ultraschallsignal lassen sich Aufheizzeitpunkt, -geschwindigkeit und -dauer festlegen, wodurch anhand der gemessenen Werte die optimale Betriebsspannung für den Tintendruckkopf 12 so eingestellt wird, daß die Tropfenfluggeschwindigkeit nicht mehr von der Amplitude der Ansteuerimpulse für die Heizelemente abhängt. Diese Spannung ist nämlich einerseits für einen stabilen Betrieb der Tintendruckeinrichtung ausreichend hoch zu wählen, andererseits darf sie jedoch nicht so hoch sein, daß die Lebensdauer der Heizelemente verkürzt wird.

Außer zur Überwachung des Tintendruckkopfes während des Betriebs ist ein Einsatz einer derartigen Überwachungsvorrichtung auch bei der Endkontrolle möglich, die dann wegen der Integration des Ultraschallsensors 18 in den Druckmodul bzw. in die gesamte Druckeinrichtung voll automatisiert erfolgen kann. Dabei wird der Druckmodul z. B. in eine Halterung gespannt, an der der Sensor befestigt ist.

Der Tintendruckkopf 12 ist entsprechend der Darstellung in **Fig. 2** schichtenweise aufgebaut und weist Düsenkanäle 20 mit darin angeordneten Heizelementen 21 auf. In Transportrichtung der Tinte 22 ist den Düsenkanälen 20 eine Tintenkanmer 23 mit einer etwa kreisförmigen Tintenzuführungsöffnung 24 vorgelagert. Die Tintenzuführungsöffnung 24 führt durch eine die Düsenkanäle 20 tragende Silizium-Substratschicht 25 mit darunter angeordneter Basisschicht 26 aus Aluminium. Abgedeckt sind die Tintenkanmer 23 und die Düsenkanäle 20 durch eine Deckschicht 27 in Form einer Abdeckplatte. Die bei der Ausbildung der Dampfblase und beim tropfenweisen Ausstoß der Tinte 22 über Düsenaustrittsöffnungen 28 der Düsenkanäle 20 auftretenden Schallwellen 17 können von einem — nicht näher dargestellten — in Dünnschichttechnik ausgeführten Ultraschallsensor, der in den schichtenweisen Aufbau des Tintendruckkopfes 12 integriert ist, empfangen werden.

Neben der Anordnung des Ultraschallsensors 18 auf der Montagefläche 11 gemäß **Fig. 1** kann dieser auch auf der Kontaktplatte 13 als diskretes Bauelement oder an beliebiger Stelle in der Tintendruckeinrichtung, z. B. am Tintendruckkopf 12 selbst, angebracht werden. Je näher der Sensor an der Schallquelle sitzt, desto geringer sind die Streueinflüsse auf das empfangene Signal. Auch die Anordnung mehrerer Schallsensoren für einen Druckmodul ist denkbar, wobei aus den Laufzeitunterschieden zwischen den einzelnen Sensoren Rückschlüsse auf den Ort der Schallquelle gemacht werden können. Als Ultraschallsensoren können Piezosensoren, Oberflächenfilter oder Polyphenylfolien verwendet werden.

Neben der Anordnung des Ultraschallsensors 18 auf der Montagefläche 11 gemäß **Fig. 1** kann dieser auch auf der Kontaktplatte 13 als diskretes Bauelement oder an beliebiger Stelle in der Tintendruckeinrichtung, z. B. am Tintendruckkopf 12 selbst, angebracht werden. Je näher der Sensor an der Schallquelle sitzt, desto geringer sind die Streueinflüsse auf das empfangene Signal. Auch die Anordnung mehrerer Schallsensoren für einen Druckmodul ist denkbar, wobei aus den Laufzeitunterschieden zwischen den einzelnen Sensoren Rückschlüsse auf den Ort der Schallquelle gemacht werden können. Als Ultraschallsensoren können Piezosensoren, Oberflächenfilter oder Polyphenylfolien verwendet werden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Überwachung von Tintendruckköpfen (12), die jeweils für jeden ihrer Tintenkanäle (20) ein ansteuerbares Element (21) aufweisen, das bei einem Druckvorgang den Ausstoß eines Tintentropfens bewirkt, **gekennzeichnet durch** einen Ultraschallsensor (18), der die beim Druckvorgang emittierten Schallwellen (17) aufnimmt, und durch eine Auswerteeinheit (19) zur Analyse des aufgenommenen Ultraschallsignals.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1 für Tintendruckköpfe (12), die nach dem thermoelektrischen Prinzip mit einem Heizelement (21) als ansteuerbares Element arbeiten, dadurch gekennzeichnet, daß vom Ultraschallsensor (18) die Schallwellen (17) gemessen werden, die bei der Blasenbildung durch Aufheizen des Heizelements (21) und beim Ausstoß des Tintentropfens auftreten.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 für Tintendruckköpfe (12), die nach dem piezoelektrischen Prinzip mit einem Piezoelement als ansteuerbares Element arbeiten, dadurch gekennzeichnet, daß vom Ultraschallsensor (18) die Schallwellen (17) gemessen werden, die bei der Druckwellenerzeugung durch Zusammenziehen des Piezoelements und beim Ausstoß des Tintentropfens entstehen.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der der Tintendruckkopf (12) auf einem für eine Tintendruckeinrichtung verwendeten Druckmodul (10) mit einem Trägerelement (11) sowie einer Kontaktplatte (13) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Ultraschallsensor (18) in der Tintendruckeinrichtung angeordnet ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Ultraschallsensor (18) auf dem Trägerelement (11) des Druckmoduls (10) ange-

bracht ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Ultraschallsensor (18) auf der Kontaktplatte (13) des Druckmoduls (10) angeordnet ist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6 für Tintendruckköpfe (12), die schichtenweise aufgebaut sind, dadurch gekennzeichnet, daß der Ultraschallsensor in Dünnschichttechnik ausgeführt und in den Aufbau des Druckkopfes (12) integriert ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

— Leerseite —

FIG 1

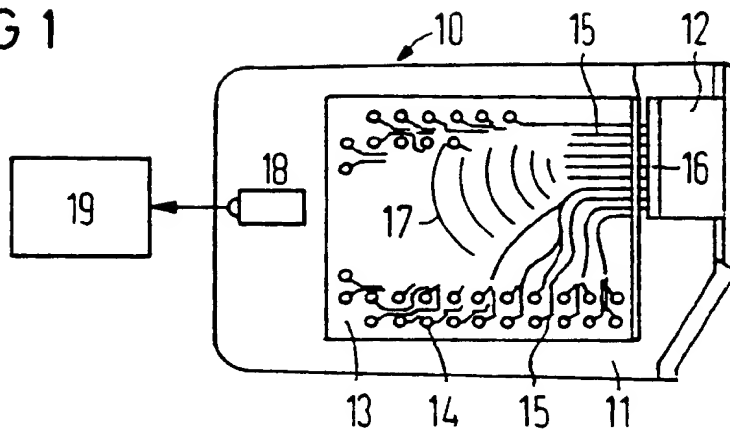


FIG 2

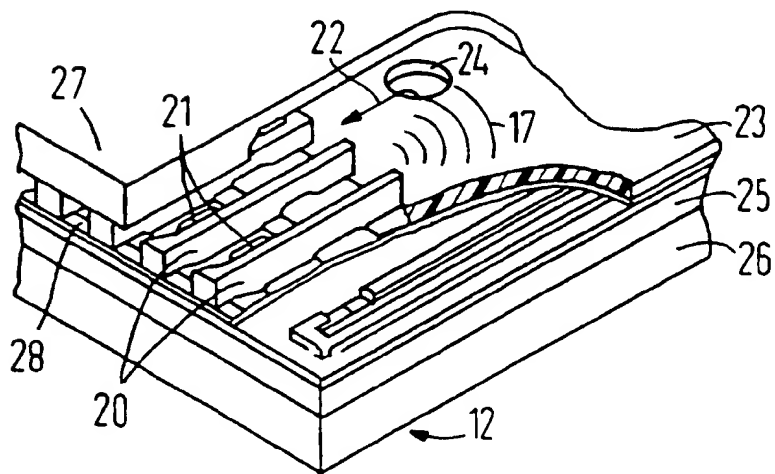


FIG 1

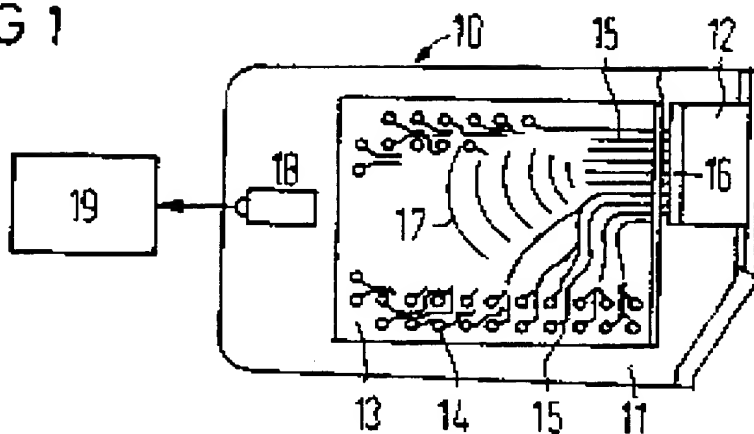
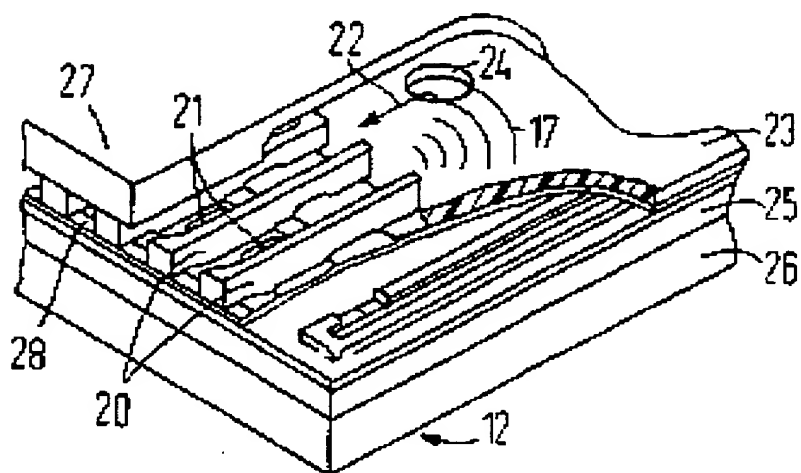


FIG 2



THIS PAGE BLANK (USPTO)